

BEST AVAILABLE COPY

PCT/JP2004/005649

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

20.4.2004

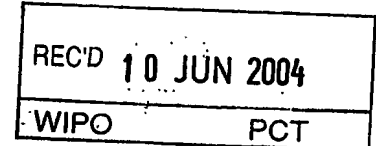
別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日
Date of Application: 2003年 4月25日

出 願 番 号
Application Number: 特願2003-122240
[ST. 10/C]: [JP2003-122240]

出 願 人
Applicant(s): 住友電気工業株式会社

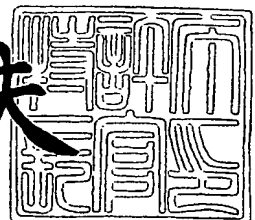


**PRIORITY
DOCUMENT**
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

2004年 5月28日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今井康夫



出証番号 出証特2004-3045620

【書類名】 特許願

【整理番号】 1030515

【提出日】 平成15年 4月25日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H01L 21/266

【発明者】

【住所又は居所】 大阪市此花区島屋一丁目 1 番 3 号 住友電気工業株式会
社 大阪製作所内

【氏名】 藤川 一洋

【発明者】

【住所又は居所】 大阪市此花区島屋一丁目 1 番 3 号 住友電気工業株式会
社 大阪製作所内

【氏名】 原田 真

【特許出願人】

【識別番号】 000002130

【住所又は居所】 大阪府大阪市中心区北浜四丁目 5 番 3 3 号

【氏名又は名称】 住友電気工業株式会社

【代理人】

【識別番号】 100064746

【弁理士】

【氏名又は名称】 深見 久郎

【選任した代理人】

【識別番号】 100085132

【弁理士】

【氏名又は名称】 森田 俊雄

【選任した代理人】

【識別番号】 100083703

【弁理士】

【氏名又は名称】 仲村 義平

【選任した代理人】

【識別番号】 100096781

【弁理士】

【氏名又は名称】 堀井 豊

【選任した代理人】

【識別番号】 100098316

【弁理士】

【氏名又は名称】 野田 久登

【選任した代理人】

【識別番号】 100109162

【弁理士】

【氏名又は名称】 酒井 將行

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 008693

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9908053

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 半導体装置の製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 イオン注入法により半導体基板表面に不純物の注入領域を形成する半導体装置の製造方法であって、SiC半導体基板における不純物の注入を行なわない領域上に、ポリイミド樹脂膜を形成した後、不純物イオンの注入を行なう工程を備えることを特徴とする半導体装置の製造方法。

【請求項 2】 前記SiC半導体基板を300℃以上に加熱して、不純物イオンの注入を行なう請求項 1 に記載の半導体装置の製造方法。

【請求項 3】 前記SiC半導体基板を500℃以上に加熱して、不純物イオンの注入を行なう請求項 1 に記載の半導体装置の製造方法。

【請求項 4】 ポリイミド樹脂膜は、感光性ポリイミド樹脂により形成されることを特徴とする請求項 1 ～ 3 のいずれかに記載の半導体装置の製造方法。

【請求項 5】 ポリイミド樹脂膜の厚さは、SiC半導体基板のうち、ポリイミド樹脂膜を形成していない領域において注入される不純物の深さの2倍以上である請求項 1 ～ 4 のいずれかに記載の半導体装置の製造方法。

【請求項 6】 ポリイミド樹脂膜とSiC半導体基板との間に金属薄膜を有する請求項 1 ～ 5 のいずれかに記載の半導体装置の製造方法。

【請求項 7】 ポリイミド樹脂膜とSiC半導体基板との間にSiO₂からなる薄膜を有する請求項 1 ～ 5 のいずれかに記載の半導体装置の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、イオン注入法により、半導体基板の表面に不純物の注入領域を形成する半導体装置の製造方法に関し、さらに詳細には、SiC半導体基板の表面にイオン注入用のマスクを形成した後、不純物イオンの注入を行なう半導体装置の製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

半導体装置の製造方法において、半導体基板の表面に不純物イオンを注入するには、通常、シリコン基板上にCVD法により SiO_2 膜を全面に形成した後、フォトリソグラフィ法によりマスクパターンを形成する。フォトリソグラフィ法では、 SiO_2 膜の全面にフォトレジストを形成し、穴を開けたい部分にのみ光を当て、フォトレジストを感光し、感光した部分を現像により除去する。つぎに、残ったフォトレジストの上から下地の SiO_2 膜をドライエッチングにより開口し、エッチングの後、フォトレジストを除去すると、 SiO_2 のマスクパターンが得られる。

【0003】

つづいて、Bなどの不純物イオンを $1 \times 10^{14} \text{ cm}^{-2}$ 程度注入する。 SiO_2 膜がマスクとなるため、 SiO_2 膜の開口部にのみ不純物イオンが注入される。イオン注入は、 AsH_3 、 PH_3 、 BF_2 などのガスを放電して得られるドーパントのイオンを、数 10 keV ～数 100 keV に加速して基板に打ち込む方法である。つぎに、熱拡散により不純物を押し込んだ後、 SiO_2 膜をフッ酸で溶解して除去する。その後、半導体装置の製造工程においては、このような薄膜の形成、フォトリソグラフィ、エッチングおよびイオン注入が繰り返し行なわれる（非特許文献1参照）。

【0004】

【非特許文献1】

「パワーデバイス・パワーICハンドブック」電気学会、高性能高機能パワーデバイス・パワーIC調査専門委員会編、コロナ社、p. 39-41

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

半導体装置の製造においては、所定の領域にのみ選択的に不純物を導入することが重要であり、その手段の一つが、マスクを介してのイオン注入である。特に、 SiC 半導体基板へ領域選択的に不純物を導入するための方法としては、イオン注入法が唯一の方法である。また、 SiC 半導体基板の場合には、結晶の損傷を抑制するために、イオン注入は高温下で行なう必要があり、不純物の熱拡散が小さいため、十分な深さの不純物注入を行なうには、イオンを高エネルギーで加速

して基板に打ち込む必要がある。この点で、従来よりマスク材料として使用されている SiO_2 は、高温下、イオンを高エネルギーで加速して行なうイオン注入にも耐え得る材料である。

【0006】

しかし、 SiO_2 膜は $1\mu\text{m}$ より厚くすると、クラックが生じるため、イオン注入用のマスクとして使用することができない。一方、 SiO_2 膜は、厚さを $1\mu\text{m}$ 以下にすると、遮蔽できるイオンのエネルギーが小さくなるため、イオンを高エネルギーで加速できず、イオンの注入深さはせいぜい $0.3\mu\text{m}$ 程度に止まり、半導体装置の製造に必要な $0.6\sim 1.0\mu\text{m}$ 程度の注入深さを得ることができない。したがって、このような注入深さの制約の問題により、 SiC 半導体基板用のマスク材料として SiO_2 は利用することができない。

【0007】

また、 SiO_2 をマスク材料として利用するときは、CVD法による SiO_2 膜の形成、レジストを用いたフォトリソグラフィ、ドライエッチングによる SiO_2 膜の開口、イオン注入および SiO_2 膜の除去という一連の複雑な工程が必要となる。さらに、CVD法およびドライエッチングは、真空引きをした反応炉内に、半導体基板を投入しなければならないため、製造効率が低い。

【0008】

本発明の課題は、高温下、イオンを高エネルギーで加速して行なうイオン注入を可能とし、 SiC 半導体基板への領域選択的なイオン注入を簡便に行なうことのできる半導体装置の製造方法を提供することにある。

【0009】

【課題を解決するための手段】

本発明の半導体装置の製造方法は、イオン注入法により半導体基板表面に不純物の注入領域を形成する半導体装置の製造方法であって、 SiC 半導体基板における不純物の注入を行なわない領域上に、ポリイミド樹脂膜を形成した後、不純物イオンの注入を行なう工程を備えることを特徴とする。不純物イオンの注入は、 SiC 半導体基板を 300°C 以上に加熱して行なう態様が好ましく、加熱温度は 500°C 以上がより好ましい。

【0010】

ポリイミド樹脂膜は、感光性ポリイミド樹脂により形成されることが望ましく、ポリイミド樹脂膜の厚さは、SiC半導体基板のうち、ポリイミド樹脂膜を形成していない領域において注入される不純物の深さの2倍以上が好適である。さらに、ポリイミド樹脂膜とSiC半導体基板との間に、金属薄膜またはSiO₂からなる薄膜を有する態様が好ましい。

【0011】

【発明の実施の形態】

本発明の半導体装置の製造方法は、SiC半導体基板における不純物の注入を行なわない領域上に、ポリイミド樹脂膜を形成した後、不純物イオンの注入を行なう工程を備えることを特徴とする。SiC半導体基板における不純物の注入を行なわない領域上に、ポリイミド樹脂膜を形成し、ポリイミド樹脂膜をSiC半導体基板用のマスクとして用いることにより、高温下で、高エネルギーのイオンによる不純物の注入を行なうことができ、不純物の十分な注入深さを得ることができる。

【0012】

本発明の製造方法の典型的な例として、感光性ポリイミド樹脂膜を用いた実施形態を、図1に示す。まず、図1(a)に示すように、SiC半導体基板1上に感光性ポリイミド樹脂膜2を形成する。つぎに、図1(b)に示すように、所定のパターンを有するマスク3を介して、光4を照射した後、現像し、焼成することにより、図1(c)に示すように、SiC半導体基板上に、所定のパターンを有するポリイミド樹脂膜を容易に形成することができる。つづいて、図1(d)に示すように、ポリイミド樹脂膜2を介してイオン5をSiC半導体基板1に打ち込み、不純物領域1aを形成する。最後に、ポリイミド樹脂膜2を除去すると、図1(e)に示すような、不純物領域1aを有するSiC半導体基板1が得られる。

【0013】

不純物イオンの注入は、SiC半導体基板の結晶構造のアモルファス化を抑制するために、SiC半導体基板を300℃以上に加熱して、行なう態様が好まし

く、500℃以上に加熱して、不純物イオンの注入を行なう態様がより好ましい。

【0014】

ポリイミドは、二官能カルボン酸無水物と、第1級ジアミンとから合成される縮合重合体であり、ポリマ骨格の主鎖にイミド構造 ($-\text{CO}-\text{NR}-\text{CO}-$) を有する。ポリイミドのうち、芳香族複素環ポリイミドは、優れた機械的性質を有し、熱および酸化に対する安定性が大きい点で好ましい。また、芳香族複素環ポリイミドのなかでも、芳香族ジアミンと芳香族ジアンヒドリドから誘導されるポリイミドは熱に対して安定であるため、より好ましい。

【0015】

さらに、ポリイミド樹脂膜は、SiC半導体基板上に所定のパターンを有するマスクを容易に形成することができる点で、感光性ポリイミド樹脂により形成する態様が好ましい。感光性ポリイミド樹脂膜は、SiC半導体基板上に塗布することにより形成することができ、SiO₂をマスク材料とするときのように、フォトリソグラフを用いたフォトリソグラフィなどを含む複雑な工程は不要であり、SiC半導体基板上に領域選択的なイオン注入を簡便に行なうことができる。さらに、CVD法およびドライエッチングなどが不要であるため、製造効率が高い。

【0016】

SiC半導体基板上に形成するポリイミド樹脂膜の厚さは、SiC半導体基板のうち、ポリイミド樹脂膜を形成していない領域において注入される不純物の深さの2倍以上が好ましい。4H-SiC半導体基板に対して、加速エネルギー340keV、ドーズ量 $1.0 \times 10^{15} \text{ cm}^{-2}$ で、Alイオンを注入する場合における、ポリイミド樹脂膜の厚さと注入される不純物 (Al) の深さとの関係を図2に示す。図2の結果から明らかなとおり、ポリイミド樹脂膜の形成されていない領域では、不純物の深さは1.1μmである。一方、ポリイミド樹脂膜の厚さが2.2μmである領域では、不純物の深さは0.0μmであり、Alイオンは完全に遮断されている。したがって、注入するイオンのエネルギーに応じて、注入を予定している不純物領域の深さの2倍以上の厚さのポリイミド樹脂膜を形成する

ことにより、注入されるイオンを完全に遮断し、イオン注入領域の選択を確実にすることができる。

【0017】

ポリイミド樹脂膜は、接着性および耐薬品性が大きいため、イオン注入後のポリイミド樹脂膜の除去を容易にする観点から、図3に示すように、ポリイミド樹脂膜32とSiC半導体基板31との間に、金属薄膜またはSiO₂からなる薄膜36を形成する態様が好ましい。金属薄膜を形成する場合には、金属薄膜をウェットエッチングすることにより、ポリイミド樹脂膜を容易に除去できる点で、Alなどからなる薄膜を、たとえば、厚さ0.1 μm程度形成するのが好ましい。また、SiO₂からなる薄膜を形成する場合にも同様に、厚さ0.1 μm程度形成するのが好ましい。SiO₂などからなる薄膜は、ポリイミド樹脂膜を形成する前に、SiC半導体基板に形成し、ポリイミド樹脂膜の露光、現像、焼成後、ポリイミド樹脂膜の空孔部にあるSiO₂などからなる薄膜をウェットエッチングにより除去しておくこと、イオン注入が薄膜により妨げられることなく、イオン注入をスムーズに進めることができる点で好ましい。

【0018】

【実施例】

実施例1

まず、図1(a)に示すように、5インチ径、厚さ600 μmの4H-SiC半導体基板1上に、ネガ型感光性ポリイミド樹脂（日立デュポンマイクロシステムズ社製HD4010）をスピコートし、空気雰囲気下、乾燥して、厚さ3.0 μmの感光性ポリイミド樹脂膜2を形成した。つぎに、図1(b)に示すように、所定のパターンを有するマスク3を介して、感光性ポリイミド樹脂膜2に光4を照射した後、有機溶媒からなる専用の現像液で現像し、焼成することにより、図1(c)に示すように、SiC半導体基板のうち、不純物の注入を行なわない領域上に、ポリイミド樹脂膜を形成した。感光性ポリイミド樹脂を使用したことにより、フォトリソグラフィ法によるよりも容易にマスクを形成することができた。

【0019】

つづいて、SiC半導体基板1とポリイミド樹脂膜2を500℃に加熱し、図1(d)に示すように、ポリイミド樹脂膜2を介して、Alイオン5をSiC半導体基板1に注入し、不純物領域1aを形成した。Alイオンの注入は、加速エネルギー340keV、ドーズ量 $1.0 \times 10^{15} \text{ cm}^{-2}$ で行なった。最後に、ポリイミド樹脂膜2をフッ酸により除去すると、図1(e)に示すような、不純物領域1aを有するSiC半導体基板1が得られた。不純物領域1aの深さは1.1 μm であり、従来のSiO₂マスクでは達し得なかった深さを有する不純物領域が得られた。

【0020】

今回開示された実施の形態および実施例はすべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は上記した説明ではなくて特許請求の範囲によって示され、特許請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

【0021】

【発明の効果】

本発明によれば、結晶構造へのダメージを抑制しつつ、SiC半導体基板への領域選択的なイオン注入を簡便に行なうことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の半導体の製造方法を示す工程図である。

【図2】 ポリイミド樹脂膜の厚さと注入される不純物（Al）の深さとの関係を示す図である。

【図3】 本発明における、ポリイミド樹脂膜とSiC半導体基板との間に薄膜が形成されている態様を示す断面図である。

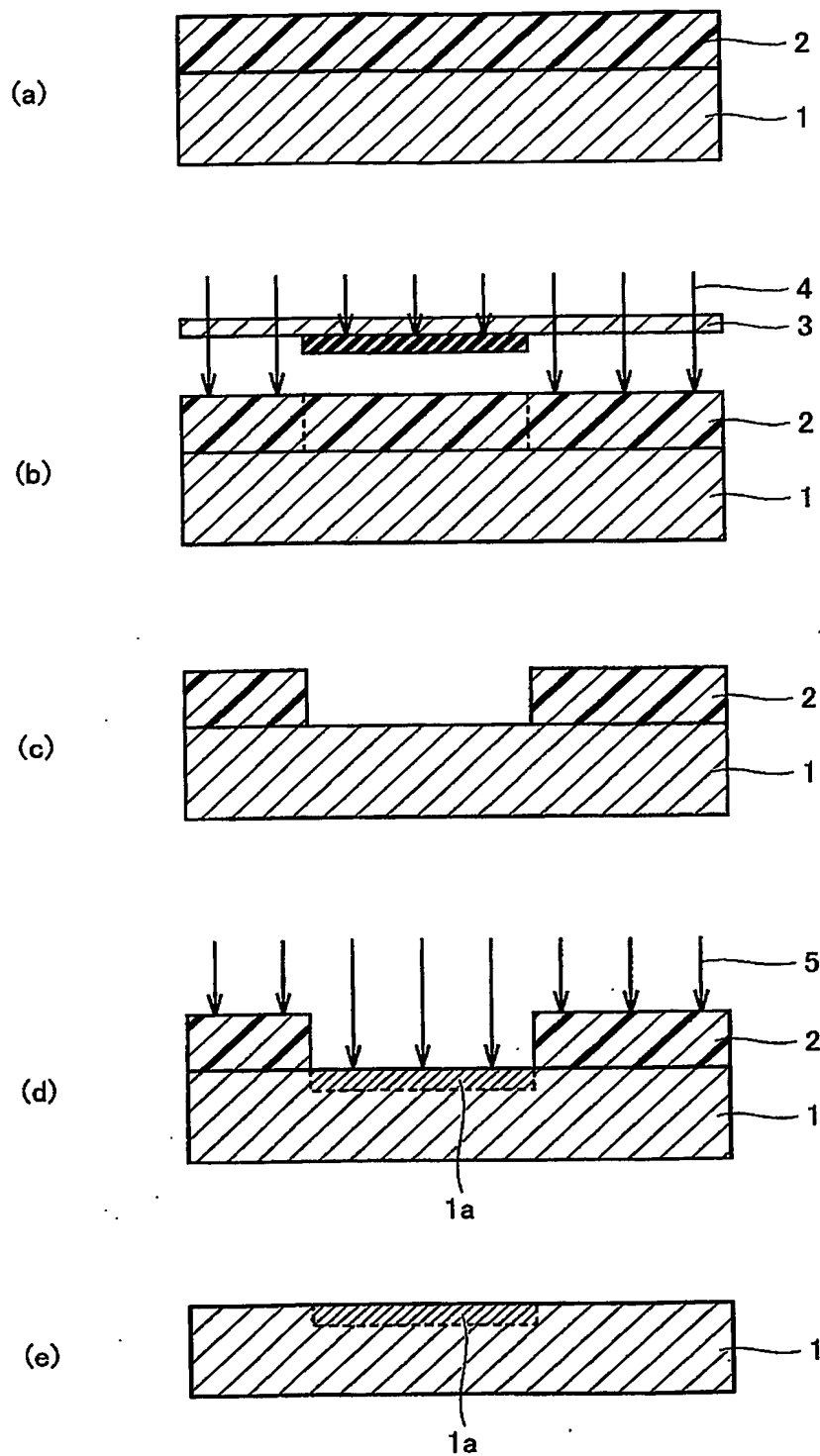
【符号の説明】

1 SiC半導体基板、1a 不純物領域、2 ポリイミド樹脂膜、3 マスク、4 光、5 イオン、36 薄膜。

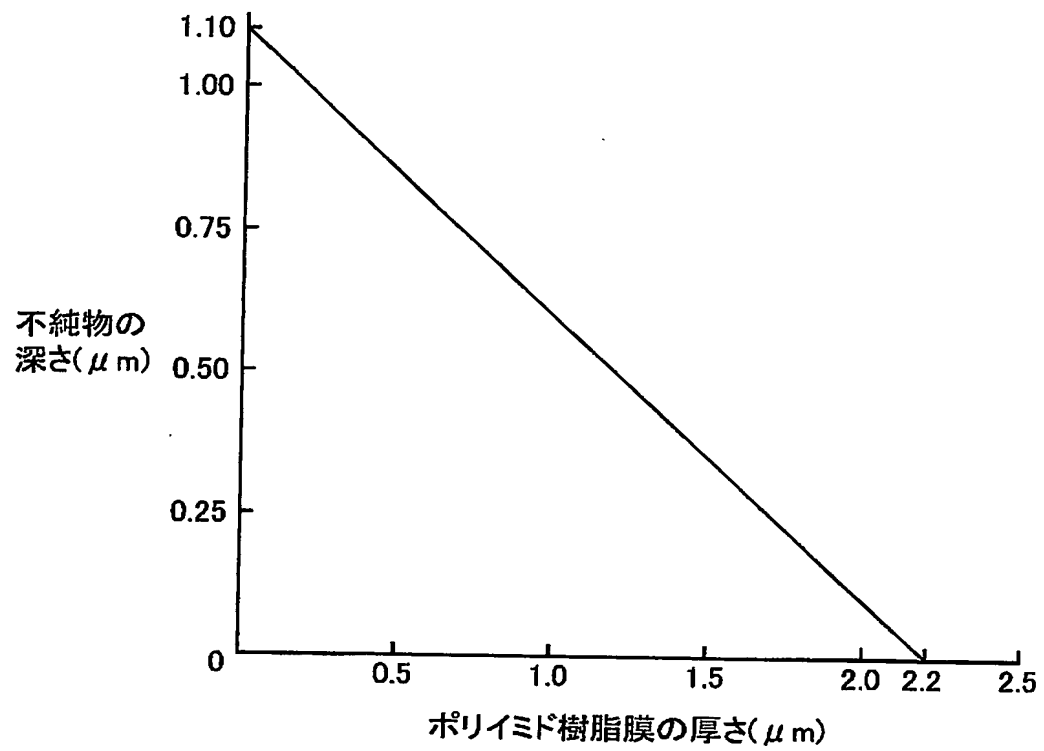
【書類名】

図面

【図 1】



【図 2】



【図 3】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 高温下、イオンを高エネルギーで加速して行なうイオン注入を可能とし、SiC半導体基板への領域選択的なイオン注入を簡便に行なうことのできる半導体装置の製造方法を提供する。

【解決手段】 本発明の半導体装置の製造方法は、イオン注入法により半導体基板表面に不純物の注入領域を形成する半導体装置の製造方法であって、SiC半導体基板における不純物の注入を行なわない領域上に、ポリイミド樹脂膜を形成した後、不純物イオンの注入を行なう工程を備えることを特徴とする。不純物イオンの注入は、SiC半導体基板を300℃以上に加熱して行なう態様が好ましく、加熱温度は500℃以上がより好ましい。

【選択図】 図1

特願 2 0 0 3 - 1 2 2 2 4 0

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [0 0 0 0 0 2 1 3 0]

1. 変更年月日 1 9 9 0 年 8 月 2 9 日

[変更理由] 新規登録

住 所 大阪府大阪市中央区北浜四丁目 5 番 3 3 号

氏 名 住友電気工業株式会社

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.